密植度與氮肥量對水稻氮素含量稻谷產量及各種農藝性狀之影響[1]

邱 再 發[2]

一、前 言

各種肥料中，氮肥對水稻生育及產量之影響最大。水稻吸收氮素的結果，可使分蘖增加，株高增長，葉片增大，而導至葉面積指數之增加。但氮肥超過某一程度時，因葉片互相遮陰及透光率減低，光合作用效率減低，而稻谷並不能平行的隨稻葉之增加而增加。稻谷增產的另一方法是密植栽培，關於水稻品種，密植度及氮肥之密切關連，在本省曾舉辦頗多田間試驗，謝全份等(1)報告密植增肥栽培所得增產之主要因素，爲單位面積總穗數或總粒數之增加，較穗重之效果爲大，因此認爲穗數型品種較適於密植栽培。張萬來等（2、3、4）舉行一連串試驗，探究水稻肥料分施與栽植密度對產量，產量構成因子及其它主要農藝性狀之效果，表示肥料分施之增產原因爲每穗粒數增加，密植增產乃得自單位面積總穗數之增加。一般試驗結果均顯示每株穗數可隨密植度增加而減少，所以單位面積總穗數由密植度及氮肥量之互相影響而決定。張萬來（5）認爲密植度與氮肥量爲決定稻谷產量之兩個重要因素，但前者之影響力較後者小，密植增加四倍時僅得5％增產，而氮肥量增加兩倍時，可增產10至20%。田中（6）報告水稻在氮肥過多之情形下，因互相遮陰及呼吸作用的提高，可引起減產。田中（7）並指出密植度更密時，單位面積穗數增加，但穗重減少。因有此兩種相反效果，水稻品種各有其適當的密植度。氮肥效應高的品種比低的品種其適當密植度爲較密，氮肥效應低之品種在早期已有光線及氮素之爭取，一般水稻氮肥施用過多時，會增加葉面積指數及遮陰而減少透光率，致對稻谷產量之影響非常大。

本省過去水稻密植氮肥試驗，僅使用少數品種在某一地點舉行，對現在各地栽培之推廣品種尚缺乏資料。又密植氮肥處理如何影響水稻氮素含量，葉面積指數及透光率，尚未進行調查。爲究明上述問題及各地優良水稻品種之適當密植度及氮肥量，使用現行推廣品種在全省北、中及南部同時舉行本試驗，以利稻谷增產改進。

二、試驗材料及方法

試驗設計：兩個品種，三平準氮肥量，三種密植度之因子組合，共爲 18 個處理，5重複，共90小區，雙裂區設計，品種爲主區，氮肥量爲第一副區，栽植密度爲第二副區，品種主區面積爲 $90m^2$ 氮肥處理面積爲 $30m^2$ 密植處理區面積爲 $10m^2$ 。在臺北縣樹林、桃園縣中壢、彰化縣員林、高雄縣烏松四個地點，於59年第一期作及第二期作進行田間試驗。

試驗處理：品種：各試驗地選擇兩個品種即樹林（臺南5號、臺北 309號），中壢（臺南5號、新竹56號），員林（臺南5號、臺中184號），高雄（臺南5號、高雄137號）。

本試驗蒙中正科學技術研究講座基金董事會補助，農復會蘇楠榮技正惠予指導，及田間試驗得新竹、臺中、高雄區各農業改良場土壤肥料股股長蘇春濤、王錦堂、鄒運豐諸位先生之協助，謹此誌謝。

1.試驗報告農試字第五六二號

2.臺灣省農業試驗所技正

（二）氮肥量

三平準		N¹	N_2	N_3
N kg/ha	第一期作	100	130	160
	第二期作	80	110	140

氮肥全部使用尿素，磷鉀肥使用過磷鈣及氯化鉀（以 P_2O 及 K_2O 各施用 60 及80 kg/ha）。

（3）三種密植度 S_1 25cm×20cm（約63欉／坪）

S_2 30cm×13cm（約78欉／坪）

S_3 25cm×12cm（約105欉／坪）

調查項目：以經常方法調查分蘖、株高、谷藁產量之外，葉面積指數 Leaf Area Index (LAI) 以葉片哂藍圖方法（8）第一期作插秧後10週至14週，第二期作插秧後 8 —12週期間，到各試驗地取樣測定之。透光率 Light Transmission Ratio (LTR) 以使用光度計 Photometer (Zeiss Ikon IKOPHOT CD) 測定水稻植株上面及植株下地面之光度量 EV, 然後算出兩光度量之相差 $\triangle EV$,，以 $I/I_0=2^{-\triangle EV}$ 公式計算植株上面光線强度 I_0 及植株下面光線强度 I 之透光率 LTR $(\%)=I/I_0\times100\%$。葉面積調查用之葉身樣本及收獲物谷藁樣本，以微量擴散法（9）分析含氮量。

三、試驗結果

各地之兩個試驗品種，使用近來較受農民歡迎的臺南５號及當地之優良品種，如臺北 309號、新竹56號、臺中184號、高雄137號。表１及２之稻谷產量結果，可知各地之兩個品種間稻谷產量並無多大差異，又兩品種對密植度及氮肥量之效應亦表現大略相同之傾向（10）。因此將兩品種產量平均，查看密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用，列於圖１及２。由四處試驗地之平均結果，可知產量在氮肥少量（N 量第一期作100，第二期作 80kg/ha）之下，隨密植度增加（25cm×20cm 至 25cm×13cm）而增加，在氮肥多量（ N 量第一期作160,第二期作 140kg/ha）之下，密植度對產量之影響不大。同樣的密植度較疏（ 25cm×20cm ）時，產量隨氮肥量之增加而增加，但在密植度較密時（ 25cm×13cm ）氮肥量增加對產量之影響不大。此傾向在第二期作不甚明顯，因第二期作一般產量均爲低落，密植度或氮肥量對產量效應甚低。

三種密植度（代號 S）及三平準氮肥量（代號 N）之因子組合 9 個處理區，(1)N_1S_1(2)N_1S_2,(3)N_1S_3(4)N_2S_1(5)N_2S_2(6)N_2S_3(7)N_3S_1(8)N_3S_2 (9) N_3S_3 在兩個品種，四處試驗地，及兩期作試驗，全部共有 144個處理區。其中每９個處理中表現谷產量較高之三個處理區（如表１及２高產量處理區有劃線），所謂高產量處理區全部共有48個，而分別將其個別處理之高產量次數即頻度列於圖３。其結果顯示 (N_2S_2) 處理，即氮量第一期作 N130,，第二期作 N110kg/ha 密植度 30cm×13cm 之處理，獲得高產量的機會最大。密植度 30×13cm 適爲機械插秧機之栽植密度。在此種密植度下再配合提高氮肥量時，本省水田可獲得增產。

稻谷產量以地點不同而差異很大，由北部到南部其產量有增高的趨勢。兩品種之平均產量在樹林、中壢、員林及高雄第一期作各爲4.52、4.66、6.45及6.80公噸／公頃，第二期作各爲4.05、4.13、5.17及3.66公噸／公頃。平均產量第一期爲5.60，第二期爲4.52公噸／公頃。

密植度與氮肥量對株高及每株穗數之影響，在各品種各處試驗地均表現相似的傾向，將其平均結果列於圖４及５。在同平準氮肥量下；密植度越密，株高越低，在相同密植度下，氮肥量越多，株高越高，氮肥量比密植度對株高的影響較大。每株穗數受密植度之影響甚大，即密植度愈密，穗數越少。隨氮肥量之增加，穗數亦有增加，尤其在密植度較疏，氮肥量對穗數增加之傾向較爲明顯。

表1　第一期作兩個品種之密植度與氮肥量對稻谷產量之影響

（谷產量　公噸／公頃）

Table 1. Effect of plant spacing and nitrogen level on grain yield of two varieties in the 1st crop (Grain yield M.T./ha)

地點 Locality	品種 Var.	臺南5號 (Tainan 5)				臺北309號 (Taipei 309)			
	氮肥量 N / 密植度 S	N_1(100)	N_2(130)	N_3 (160)	平均mean	N_1(100)	($N_2$130)	N_3 (160)	平均mean
樹林 Sulin	$S_1$25×20cm	4.31	4.37	4.51	4.40	4.34	4.51	4.43	4.43
	$S_2$30×13cm	4.64	4.70	4.65	4.66	4.51	4.84	4.70	4.58
	$S_3$25×12cm	4.52	4.46	4.42	4.47	4.50	4.45	4.43	4.46
	平均 mean	4.49	4.51	4.53	4.51	4.45	4.60	4.52	4.52
		臺南5號 Tainan 5				新竹56號 Hsinchu56			
中壢 Chungli	$S_1$25×20cm	4.46	4.64	4.78	4.63	4.46	4.30	4.58	4.45
	$S_2$30×13cm	4.52	4.62	4.82	4.66	4.58	4.80	4.56	4.65
	$S_3$25×12cm	4.74	4.82	4.84	4.80	4.52	4.84	4.82	4.73
	平均 mean	4.57	4.70	4.81	4.69	4.52	4.65	4.65	4.60
		臺南5號 Tainan 5				臺中184號 Taichung184			
員林 Yuanlin	$S_1$25×20cm	6.34	6.45	6.81	6.53	6.05	6.30	6.55	6.30
	$S_2$30×13cm	6.37	6.42	6.58	6.46	5.81	6.41	6.36	6.17
	$S_3$25×12cm	6.44	6.65	6.64	6.58	6.55	6.53	6.78	6.62
	平均 mean	6.38	6.51	6.68	6.52	6.14	6.41	6.56	6.37
		臺南5號 (Tainan 5)				高雄137號 Kaohsiung137)			
高雄 Kaohsiung	$S_1$25×20cm	6.37	6.68	6.88	6.64	6.59	6.74	6.84	6.72
	$S_2$30×13cm	6.64	6.94	7.25	6.94	6.73	7.10	6.89	6.91
	$S_3$25×12cm	6.69	6.74	7.02	6.82	6.67	6.93	6.69	6.73
	平均 mean	6.57	6.79	7.05	6.80	6.66	6.92	6.81	6.80

註：有劃線的數字，表示9個處理區中，得較高產量之3個處理區之產量。

Note: The figures with underline show the yield of the 3 higher yielding plots among 9 treatment plots.

表 2 第二期作兩個品種之密植度與氮肥量對稻谷產量之影響

(谷產量 公噸／公頃)

Table 2. Effect of plant spacing and nitrogen level on grain yield of two varieties in the 2nd crop (Grain yield M. T./ha)

地 點 Locality	品種 Var.	臺南 5 號 Tainan 5				臺北 309 號 Taipei 309			
	氮肥量 N / 密植度 S	N_1 (80)	N_2(110)	N_3 (140)	平均mean	N_1 (80)	N_2(110)	N_3 (140)	平均mean
樹 林 Sulin	$S_1$25×20cm	4.14	3.93	3.96	4.01	3.89	4.14	4.04	4.02
	$S_2$30×13cm	3.95	4.10	4.13	4.06	4.26	4.20	4.30	4.25
	$S_3$26×12cm	3.81	4.05	3.93	3.93	4.07	3.86	4.01	3.98
	平均 mean	3.97	4.03	4.01	4.00	4.07	4.07	4.12	4.09
		臺南 5 號 Tainan 5				新竹 56 號 Hsinchu 56			
中 壢 Chungli	$S_1$25×20cm	3.96	4.04	4.18	4.06	3.98	4.22	4.14	4.11
	$S_2$30×13cm	4.14	4.40	4.32	4.29	4.24	4.16	4.14	4.18
	$S_3$25×12cm	4.02	4.18	4.08	4.09	3.98	4.10	3.96	4.01
	平均 mean	4.04	4.21	4.19	4.15	4.07	4.16	4.08	4.10
		臺南 5 號 Tainan 5				臺中 184 號 Taichung 184			
員 林 Yuanlin	$S_1$25×20cm	4.94	5.43	5.40	5.26	5.00	5.21	5.33	5.18
	$S_2$30×13cm	4.75	5.10	5.27	5.04	4.84	5.21	5.03	4.96
	$S_3$25×12cm	5.17	5.46	5.43	5.36	5.10	5.24	5.34	5.23
	平均 mean	4.96	5.33	5.37	5.22	4.89	5.15	5.23	5.12
		臺南 5 號 Tainan 5				高雄 137 號 Kaohsiung 137			
高 雄 Kaohsiung	$S_1$25×20cm	3.71	3.78	3.72	3.74	3.53	3.53	3.35	3.34
	$S_2$30×13cm	3.77	4.04	3.93	3.91	3.62	3.82	3.56	3.67
	$S_3$25×12cm	3.71	3.82	3.78	3.77	3.41	3.33	3.32	33.5
	平均 mean	3.73	3.88	3.81	3.81	3.52	3.56	3.41	3.50

註：有劃線的數字表示 9 個處理區中，得較高產量的 3 個處理區之產量。

Note: The figures with underline show the yield of the 3 higher yielding plots among 9 treatment plots.

圖1 第一期密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用

Fig. 1. Plant spacing x nitrogen level interaction for grain yield, 1st crop

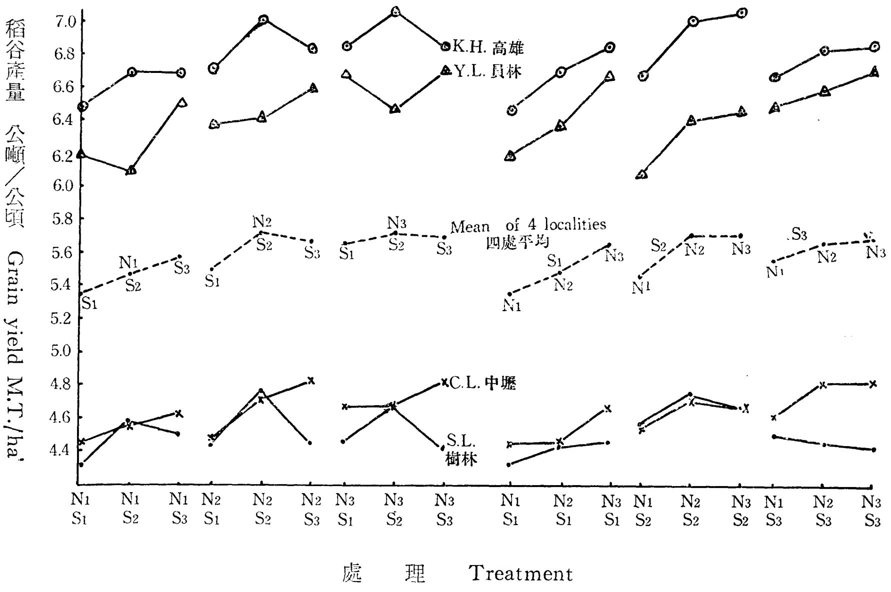


圖2 第二期作密植度與氮肥量對稻谷產量之交感作用

Fig. 2. Plant apacing x nitrogen lovel interaction for grain yield, 2nd crop

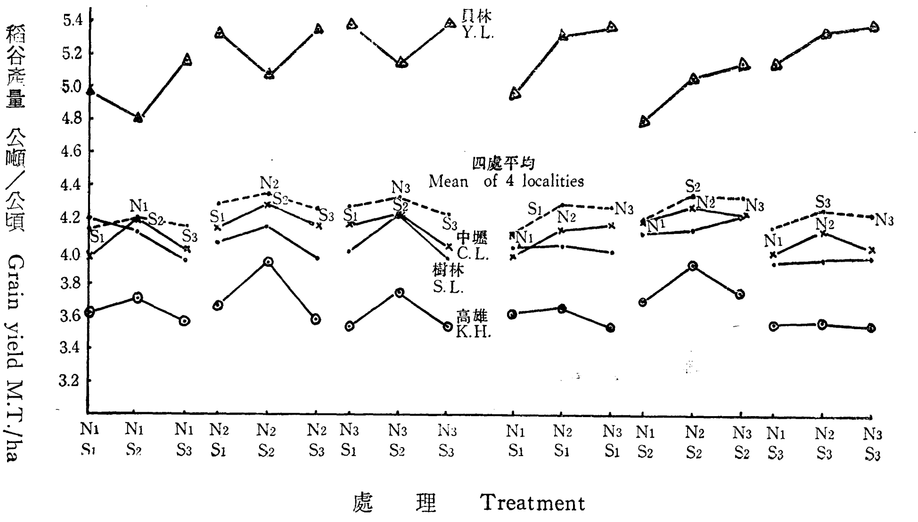


圖3 高產量處理區之頻度 (總區數144,高產量區數48)

Fig. 3. The frequency of the higher yield plots of treatment

(Total number of plots 144. number of the higher yield plots 48)

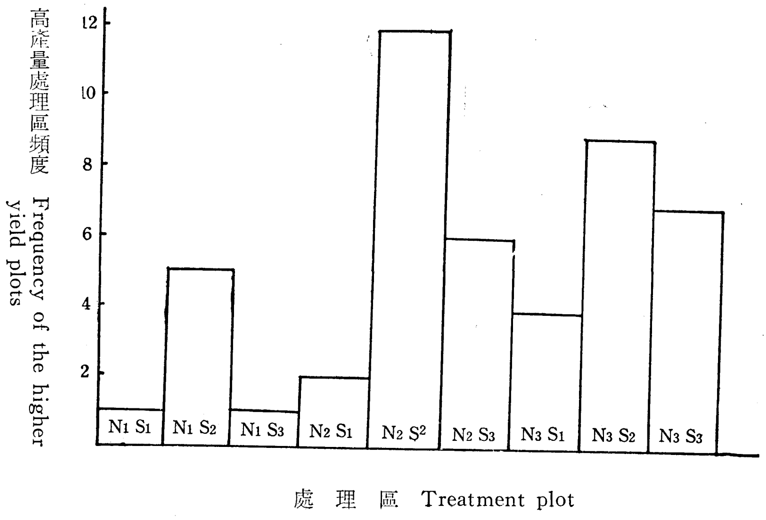


圖4 密植度與氮肥量對水稻株高之影響

Fig. 4. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on the plant height

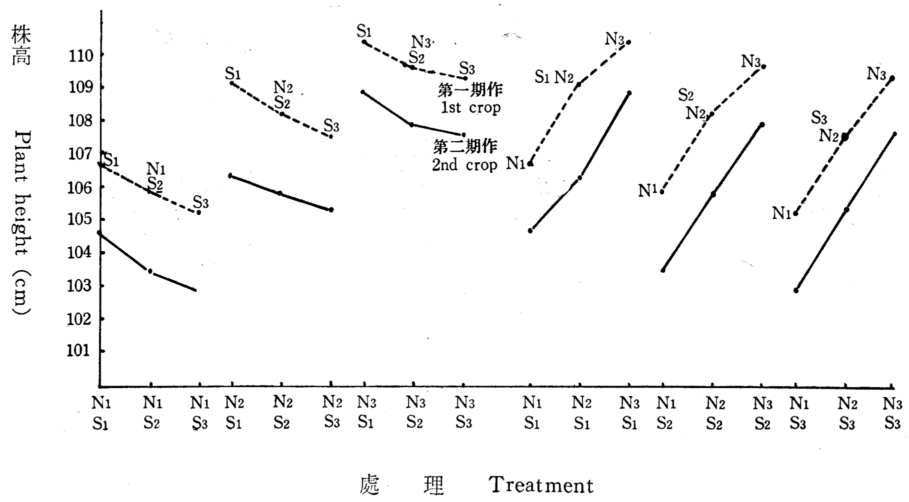
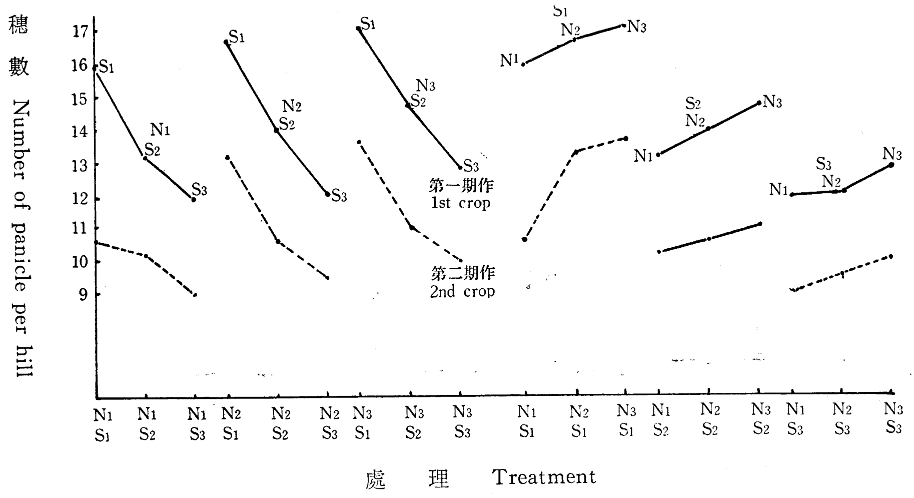


圖 5　密植度與氮肥量對每株穗數之影響

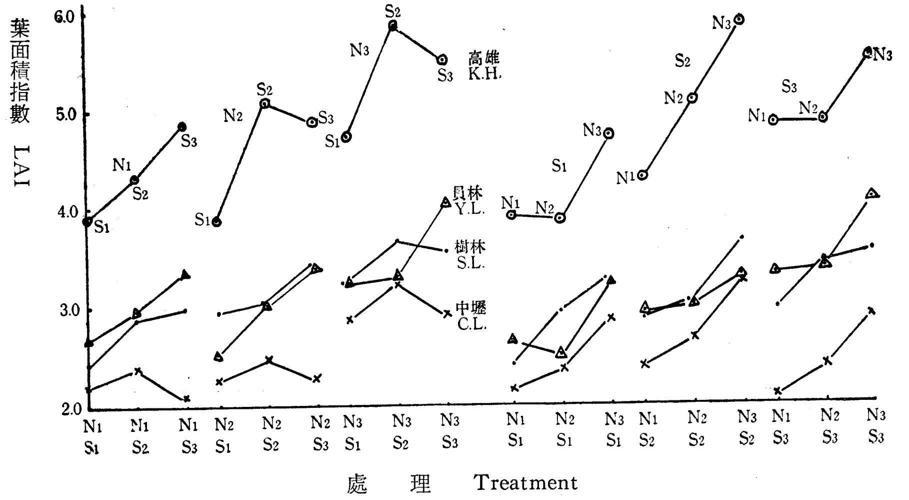
Fig. 5. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on the number of panicle per hill



水稻葉面積因生育日期及生育情形之不同，各試驗地之葉面積指數差異甚大。在樹林、中壢、員林、高雄四處試驗地第一期作插秧後各爲 69天、91天、81天、100天在第二期插秧後各爲84天、82天、55天、53天。採取水稻樣本，取葉身部位哂藍圖，切開葉身藍圖紙及秤量其紙重，葉身乾重而計算葉面積指數(LAI)，因兩品種間之葉面積指數相差不大，將其平均結果列於圖 6 及圖 7 。結果顯示第一期作 LAI 最高爲5.87在高雄，最低爲2.09、在中壢；第二期作 LAI 最高爲4.41、在員林，最低爲1.70，在中壢。氮肥量及密植度對 LAI 之影響各該試驗稍有不同，但 LAI 之一般秩序爲氮肥量少時， LAI 隨密植度增加 (25×20，30×13，25×12) 而增加，氮肥中量或多量時， LAI 常在密植度 S_2 (30×13) 爲最高，密植度更密 S_3 (25×12) 時 LAI 反而減少。氮肥量對 LAI 之影響更爲明顯，一般在任何密植度， LAI 均隨氮肥量之增加而增加，即氮肥量最多 (一期作 N160, 二期作 N140kg/ha) 時，LAI 爲最高。

圖 6　密植度與氮肥量對第一期作水稻葉面積指數 (LAI) 之影響

Fig. 6. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Leaf Area Index (LAI), 1st crop



水稻之透光率（Light Transmission Ratio, LTR%=I/I₀×100%）之測定結果列於圖 8 及 9，一般水稻透光率均隨密植度或氮肥量之增加而減低，可知密植或多施氮肥均引起水稻互相遮陰而影響水稻株植之透光率。

圖 7　密植度與氮肥量對第二期作水稻葉面積指數 LAI

Fig. 7. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Leaf Area Index, 2nd crop

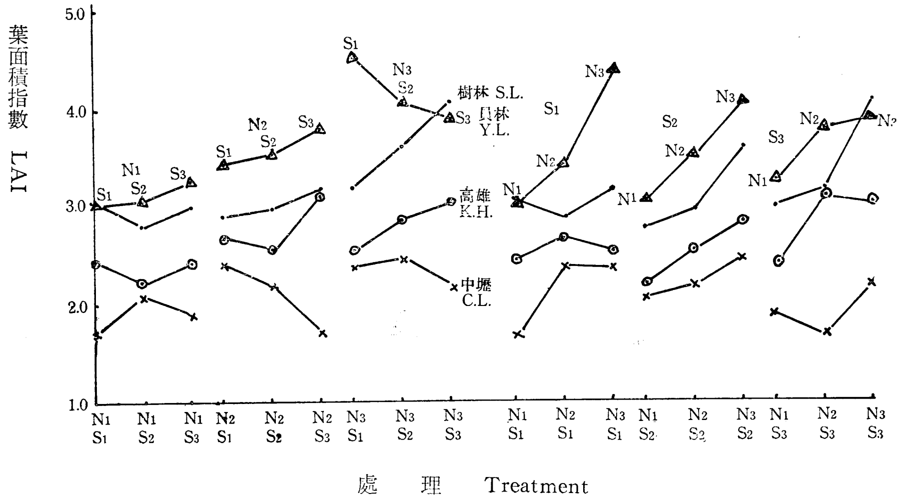


圖 8　密植度與氮肥量對第一期作水稻透光率（LTR%）之影響

Fig. 8. Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Light Transmission Rate, 1st crop

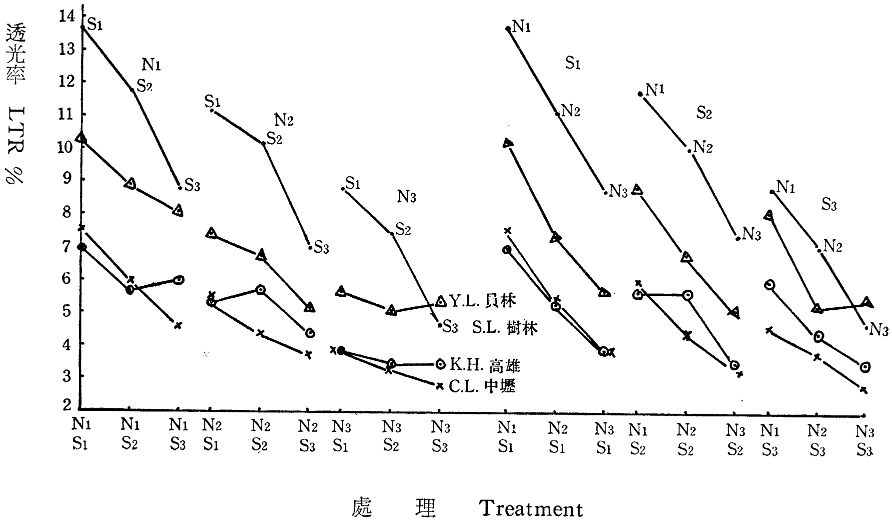
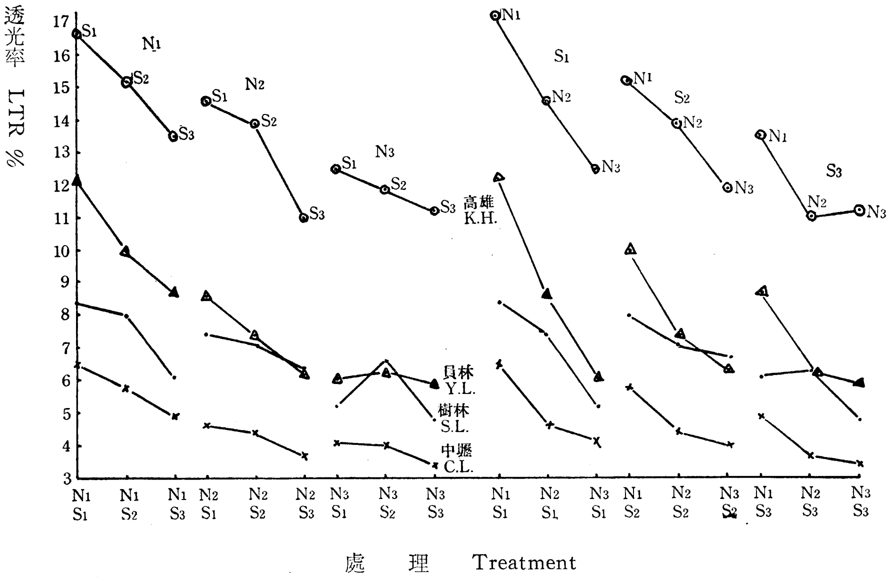


Fig. 9 Effect of the plant spacing and the nitrogen level on Light Transmission Rate, 2nd crop

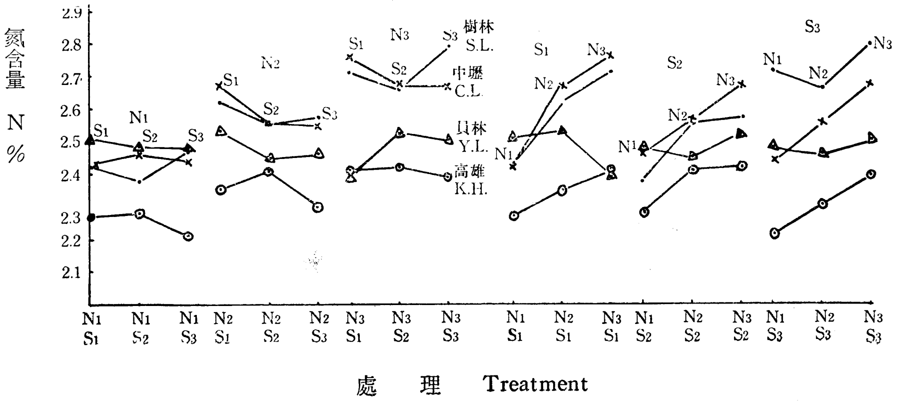


葉身氮含量之兩種品種平均結果列於圖10及11。葉身氮含量在兩品種間之差異不大，但各地點間之差異甚大。因葉面積調查時之葉身樣本作爲氮分析材料，而其取樣日期在各地之水稻生育日期相差約一月，一般水稻氮含量隨其生長日期漸漸減低。

密植度對此時期之葉身氮含量影響較小，隨密植度的增加（由25×20cm,30×13cm, 至 25×12cm）平均葉身氮含量僅稍有減低，即第一期各爲2.61%，2.48%，2.49%，第二期各爲2.84%，2.80%，2.79%。氮肥量對葉身氮含量之影響甚爲明顯。第一期作隨氮肥量之增加由（100、130至160Nkg/ha）葉身氮含量各爲2.40%，2.50%，2.57%。第二期作之氮肥量增加（由80、100至140Nkg/ha）時，其氮含量爲2.70%，2.81%，2.93%。

圖 10. 密植度與氮肥量對第一期水稻葉身氮含量之影響

Fig. 10. Effect of the plant spacing and nitrogen level on the N content of leaf blade of rice, 1st crop



水稻收穫物谷及藁之氮含量，不同期作及地點差異頗大，密植度增加並不影響收穫物之氮含量，兩品種間之氮含量差異亦小。氮肥量之增加很明顯的可提高收穫物之氮含量，如圖12。三個平準氮肥量各稻藁之平均氮含量爲 0.77%，0.82%，0.87%，其指數各爲 (100) 、 (106) 、 (113) ，即氮多量施用比少量者其藁氮含量之增加率爲13%，各氮肥平準之谷氮含量爲1.17%，1.22%，1.27%，其指數各爲 (100) 、 (104) 、 (109) ，即氮多量施用谷氮含量增加率爲 9 %。

圖 11. 密植度與氮肥量對第二期水稻葉身氮含量之影響

Fig. 11. Effect of the plant spacing and nitrogen level on the N content of leaf blade of rice, 2nd crop

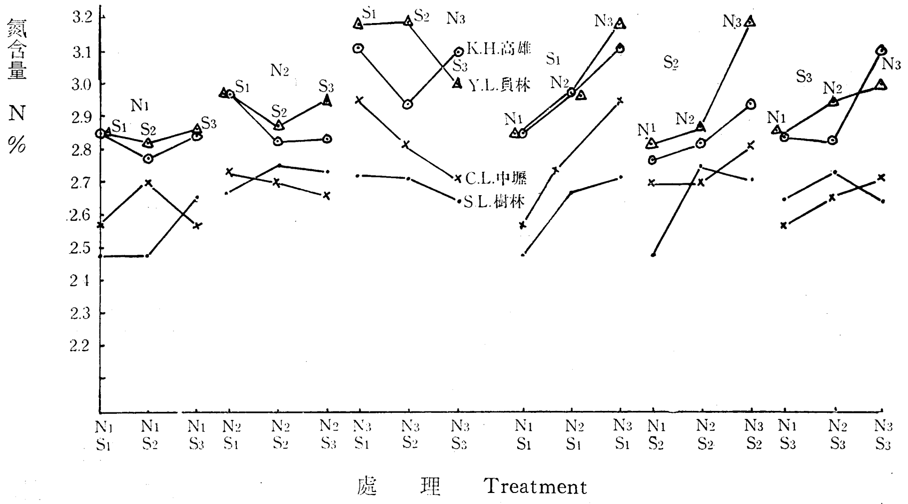
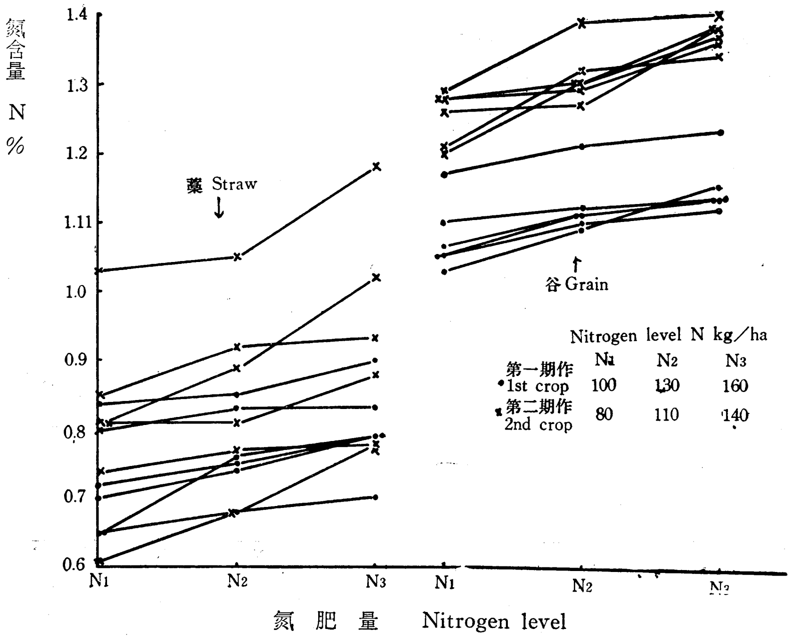


圖 12. 在兩期作水稻之谷藁氮含量與氮肥量之關係

Fig. 12. Relationship between nitrogen content (%) of straw and grain and nitrogen level treatment in the two crops



四、討　論

田中（7）報告氮肥效應高的比低的品種，其最適密植度更密，氮肥效應在密植度較疏時比較密時爲大。氮肥效應品種間之差異，在較密之密植度下較明顯，不過田中用來比較的品種爲矮性的臺中在來1號及株長多葉的 Peta,，又其株型有很大的不同，所以對密植度及氮肥之效應品種間有明顯的差異。

本試驗所使用之蓬萊種水稻臺南5號及各地參試之優良品種，臺北309號、新竹56號、臺中184號、高雄 137號，其株型、產量或其它農藝性狀均頗相似，所以品種與密植度之間，或品種與氮肥量之間均無顯著的交感作用，即各品種對密植度及氮肥量之效應均表現相似的傾向。本試驗結果顯示（表1、2及圖3）不論品種或地點，只要密植度在30×13cm及氮肥量第一期作 130Nkg/ha,，第二期作110Nkg/ha 之條件下，得最高產量之機會最大，由此得知本省慣行之水稻密植度過於稀疏，需要實行更密之密植度，如現行之機械插秧機密植度 30×13cm ，以利增產。張萬來（5,11）使用臺南3號及嘉農 242 號辦理水稻寬行密植試驗，結果顯示密植度 30×10cm 配合氮肥160Nkg/ha，或密植度30×5cm 配合氮肥 120N kg/ha 時，可得最高產量，而品種間對密植及氮肥效應並無差異。許東暉及楊方平（12,13）亦指出水稻更密植之栽培可得增產，三種密植度的試驗結果，其產量之順序爲 27×6cm>27×12cm>27×18cm 。故本省一般結果均顯示增加密植度的需要，而指出過去忽略密植度而影響稻谷產量。

稻谷產量爲單位面積穗數與每穗重量之乘積（7）。一般而言增加密植度可增加單位面積穗數，但達到某一程度之密植度，因每株穗數之急驟減少（如圖5），單位面積穗數不能繼續增加，又隨密植度之增加，每穗重量會減少，因有如此相反效果，在同一氮肥量之下達到最高產量有其最適（Optimum）密植度。由圖1可知氮肥少量 N_1（100Nkg/ha）時，達到最高產量之最適密植度爲 S_3（25×12cm），但在氮肥中量 N_2（130Nkg/ha）或多量 N_3（160Nkg/ha）時，其最適密植度爲 S_2（30×13cm）。雖然過去在不同條件下之密植試驗結果（11，12，13）顯示以最密之密植度處理爲最高產量，未曾得最適密植度，本試驗結果最高產量之條件在全省四處平均結果爲 S_2N_2 處理，當可作爲本省稻作改進之建議。

如圖1及2，氮肥對產量之影響在較疏之密植度（S_1）比較密之密植度（S_3）爲大，如在較疏密植度（S_1）之下，第一期及第二期作氮肥之多施（N_3 比 N_1）各得6％及3％之增產，但在較密密植度（S_3）下，僅各得2％增產。田中（7）亦報告同樣現象。理論上氮肥有兩種效應，即增加穗數及增加穗重（14）。吉田（15）進行品種 IR8 之試驗而報告增加氮肥量時，單位面積穗數增加，但其他產量構成要素不變，即氮肥增產效果之原因爲單位面積穗數之增加。吉田另研究六個品種因密植處理影響產量構成要素之變異系數，指出單位面積穗數之變異最大，每穗粒數次之，稔實率及千粒重之變異甚小。本省之試驗結果（1、5）顯示，密植多肥所增產之主要因素爲單位面積穗數的增加。張萬來（5）在其試驗環境下指出氮肥之多施，比密植度之增加，對稻谷增產更爲重要。一般都明瞭過多氮肥引起減產。田中（6）指出氮多量時遮陰本身之影響使稻谷減產，又多氮時可增加呼吸作用速率（Respiratory rate）。水稻葉片有光合作用（乾物生產）及呼吸作用（乾物消耗），即對乾物生產有相反之兩作用，光合作用之同化量隨葉面積增大而增加，但葉面積大到某程度時，因葉片互相遮陰，受光能率降低，同化量不再隨葉面積增大而比例增加；另方面呼吸消耗量隨葉面積之增大而比例增加，故乾物生產量是在最適葉面積指數 Optimum Leaf Area Index（LAI）下達到最高，LAI 更大時即減產。一般學者認爲水稻在某種受光能量之下，有其達到最高產量之最適 LAI ，但據吉田之研究（16），水稻品種 IR8 之 LAI 達到6時，稻谷產量最高， LAI 超過6以上至 12時，其產量並不降低而維持同水準產量，即 IR8 並無最適 LAI, 而有其臨界（Critical）LAI ，達到其最高生長率（Mximim crop growth rate）。LAI 受單立面積分蘗數，每蘗子之葉數，及平均每葉面積

所影響。 LAI 受氮肥量或密植度之增加而增大（7）如圖7及8，氮肥量及密植度增加使 LAI 增大而氮肥量對 LAI 之影響比密植度為大。 LAI 越大，乾物總生產量越大，即有正相關關係，但乾物總生產量不一定與稻谷產量有正相關，按 LAI 過大時，因遮陰而引起減產。

遮陰之程度可以用透光率表示，透光率 (LTR) 是植株下地面上之光線強度 I 與植株上面光線強度 I_0 之比率 ($I/I_0 \times 100\%$)。LTR 與 LAI 有如次公式， $LTR=e^{-K \cdot LAI}$ 之負的對數關係，即 LAI 愈大，LTR 以對數的比例愈小 (14) ，如圖8及9可知隨密植度或氮肥量增加 ，透光率減少，即密植或氮肥影響遮陰甚大，並可明瞭密植過密或氮肥過多所引起減產，是由於透光率減少，遮陰過多之關係。關於本省水稻之最適透光率 (LTR) 及最適葉面積 (LAI) 如何，需要進一步探究。

過去的研究報告 (17) 表示施用氮肥可提高水稻之氮含量及光合作用效率而對稻谷增產有利，光合作用效率是決定作物生產能力 (Productivity) 之主要因素。葉身氮含量越高，光合作用效率亦越高，如圖10及11，葉身含氮量隨氮肥量之增加而增加，隨密植度的增加而稍有減少但不明顯。田中（7）報告稻葉之氮含量隨氮肥量之增加而增加，隨密植度的增加而減少。這種傾向隨水稻生育期而變不明顯。至於生育後期，其氮含量差異不大。本試驗水稻收穫物氮含量不受密植度的影響，但氮肥量尚明顯的影響其氮含量 (圖12)。吉田 (15) 報告分蘖期葉身氮含量4%分蘖旺盛，2%分蘖停止，2%以下分蘖減少。田中（7）報告，任何時期之稻藁氮含量對稻谷產量並無相關關係。本試驗僅探求密植與氮肥對水稻氮含量之影響，至於水稻氮營養與稻谷產量之複雜關係，尚待將來詳細研究。

五、摘　　要

為探求本省各地優良水稻品種，臺南5號、臺北 309號、新竹56號、臺中184號、高雄137號之最適密植度及氮肥量，於民國59年第一期作及第二期作在樹林、中壢、員林、高雄四處辦理本試驗。各試驗地使用兩品種，三平準氮肥量，第一期作 100, 130, 160 Nkg/ha，第二期作 80, 110, 130N kg/ha，三種密植度 25×20cm, 30×12cm, 25×12cm, ，以裂區設計進行田間試驗。

1.各地兩品種對密植及氮肥均表現相似的效應。各試驗地之平均結果，顯示密植度 30×13cm 配合氮肥量第一期作130，第二期作 110N kg/ha 時可得最高產量。與疏密植及氮少量比較時，稻谷增產第一期作可得7%，第二期得5%。

2.在同平準氮肥量下，密植越密，株高越低，在相同密植度下，氮肥量越多，株高越高。隨密植度增加每株穗數減少，隨氮肥量增加每株穗數增加，尤其在密植度較疏之下，氮肥量對穗數之增加傾向較為明顯。

3.葉面積指數在氮肥少量時，隨密植度增加而增加，氮肥中量或多量時，葉面積指數在密植度30×13cm 最高，在 25×12cm 時反而減低。在任何密植度之下，葉面積指數均隨氮肥量之增加而增加，即氮肥多量 (一期160，二期 140Nkg/ha) 時為最高。

4.水稻透光率隨密植度或氮肥量之增加而減低，可知密植或氮肥均對水稻之互相遮陰，影響頗大。

5.出穗前水稻葉身含氮量及收穫物谷藁之氮含量受密植度之影響較小，但隨氮肥量之增加而明顯的增加。

六、引用文獻

1.謝全份、高樹、江忠 (1966) 水稻不同栽植密度，肥料量及栽培方式對產量之影響：農業研究15：4，7—21.

2.張萬來、楊丞兼 (1964) 水稻肥料分施與栽培密度對產量，產量構成因子，及其它農藝性狀之效果（I）及（II）。農業研究13：1，16—29及13：4，1—10

3.張萬來、楊遜謙（1964）同上（Ⅲ）農業研究15：1，1—7.

4.張萬來（1965）栽植密度對水稻產量構成因素之效果。農業研究14：4，19—27.

5.張萬來（1968）水稻品種對栽植密度及氮素肥料之效應。農業研究17：4，1—18.

6. Tanaka, A.(1965) Annual Report Inter. Rice Res. Institute P.26 Mutual Shading & lodging

7. Tanaka, A. et al (1964) Growth habit of the rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. IRRI Tech. Bull. No 3.

8. Yoshida, S. et al (1971) Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. P59, IRRI.

9.李蘭帝（1966）大量植物樣本氮、磷、鉀迅速測定法。農業研究15：2，1—5.

10. 農林廳彙編五十九年度土壤肥料試驗研究報告：農試所、新竹區、臺中區、高雄區農改場—水稻品種在不同土壤，密植下氮肥需要量之研究。

11. 臺北區農業改良場54、55、56年度水稻寬行密植試驗報告（油印資料）

12. 許東暉、楊方平56年度栽植密度及每穴苗數之品種試驗報告（農試所農藝系油印資料）

13. 許東暉、楊方平56年度秈稻不同肥料與插植密度對產量影響試驗。（農試所農藝系油印資料）

14. Tanaka, A. (1964) Ann. Rept. IRRI, P.57 The nature of mutual shading.

15. Yoshida, S. (1967) Ann. Rept. IRRI, P.24 Growth performance of varieties of different tillering ability.

16. Yoshida, S. (1969) Ann. Rept. IRRI, P. 146 Leaf area index, dry matter production and grain yield.

17. Murata, Y. (1964) Photosynthesis, respiration, and nitrogen response. In The Mineral Nutrition of the Rice Plants. P. 385, The Johns Hopkins Press, Maryland.

Effect of Plant Spacing and Nitrogen Level on the Nitrogen Content, Yield, and Various Agronomic Characters of Rice

By

T.F. CHIU

Summary

In order to determine the optimum plant spacing and nitrogen level for some popular rice varieties of Taiwan, namely, Tainan 5, Taipei 309, Hsinchu 56, Taichung 184 and Kaohsiung 137, field experiments were carried out at four localities, i.e. Sulin, Chungli, Yuanlin,, and Kaohsiung. A split plot design was laid out at each locality using two varieties, three levels of nitrogen (100 130, 160 N kg/ha in the first crop and 80, 110, 140 Nkg/ha in the second crop) and three plant spacings (25×20cm, 30×13cm, 25×12cm).

1. The two varieties at each locality showed more or less similar response to plant spacings and nitrogen levels. Average results of all experiments indicated that the closer spacing 30×13cm with the higher nitrogen level of 130 N kg/ha in the first crop and 110 Nkg/ha in the second crop gave the highest yield. In comparison with the plot of the wide spacing and low nitrogen level, the yield of the above-mentioned plot was increased 7% and 5% in the first crop and the second crop respectively.

2. The plant height decreased with a decrease in spacing under the same level of nitrogen, and increased with nitrogen level under the same spacing. The panicle number per hill decreased with a decrease in spacing and increased with a increase of nitrogen level. The effect of nitrogen level on panicle number per hill was more significant under wide spacing.

3. The Leaf Area Index increased with a decrease in spacing under low nitrogen level, but under higher nitrogen level, the LAI was the largest at the closer spacing 30×13cm, and decreased again at the closest spacing 25×12cm. The LAI increased with nitrogen level under any spacings and reached the largest at the highest nitrogen level.

4. Light Transmission Ratio decreased with a decrease in spacing or with an increase of nitrogen level suggesting the important effect of spacing and nitrogen on mutual shading.

5. The nitrogen contents of leaf blades before heading and of grain and straw at harvest were larger, the higher the nitrogen level. The nitrogen content was affected by spacing to a lesser extent.